

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-016646

(43)Date of publication of application : 20.01.2005

(51)Int.Cl.

F16H 55/08

F16H 19/04

F16H 55/26

(21)Application number : 2003-183468

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD
TOYOTA MOTOR CORP
HIGH FREQUENCY HEATTREAT CO LTD

(22)Date of filing : 26.06.2003

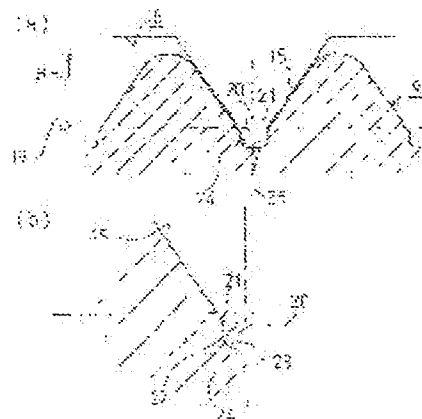
(72)Inventor : NIIFUKU NAOTO
MURAKAMI TAKASHI
SAITO TAKATOSHI
SHIRASAWA HIROO
YAMAWAKI TAKASHI

(54) GEARING MECHANISM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gearing mechanism capable of securing both the strength of the gear and the contact ratio.

SOLUTION: At the tooth bottom of a rack 9 in the large pressure angle region, a thinned part 20 is formed so as not to intrude into the effective tooth height H as the range where a pinion 8 and the rack 9 are contacting actually. The thinned part 20 is continued smoothly to the rack meshing tooth face 15 through the first circular arc surface 22, which allows securing the contact ratio between the pinion 8 and the rack 9. A second circular arc surface 24 is formed in such a way as smoothly continued to the first circular arc surface 22. Each tooth bottom of the rack 9 is formed from two adjoining second circular arc surfaces 24. Accordingly the stress concentration generated on the rack is relieved by meshing with the pinion 8.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-16646

(P2005-16646A)

(43) 公開日 平成17年1月20日(2005.1.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 H 55/08	F 1 6 H 55/08	Z 3 J 0 3 0
F 1 6 H 19/04	F 1 6 H 19/04	M 3 J 0 6 2
F 1 6 H 55/28	F 1 6 H 55/26	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-183468 (P2003-183468)	(71) 出願人	000003470
(22) 出願日	平成15年6月26日(2003.6.26)		豊田工機株式会社
			愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地
		(71) 出願人	000003207
			トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(71) 出願人	390029089
			高周波熱線株式会社
			東京都品川区東五反田二丁目17番1号
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠

最終頁に続く

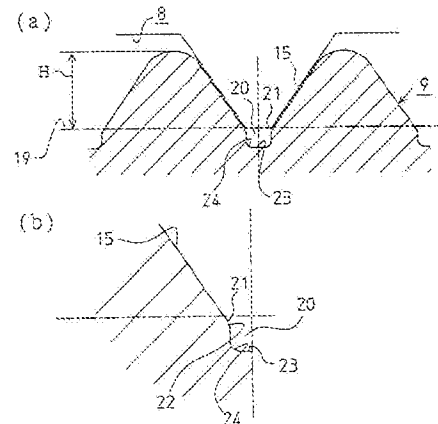
(54) 【発明の名称】 歯車機構

(57) 【要約】

【課題】 歯車の強度及び噛合い率の双方を確保することができる歯車機構を提供することにある。

【解決手段】 大圧力角領域におけるラック9の歯底には、ピニオン8とラック9とが実際に接触する範囲である有効歯たけHに入り込まないように、肉ぬすみ部20を形成した。この肉ぬすみ部20を第1の円弧面22を介してラック噛合い歯面15に滑らかに連続させた。このため、ピニオン8とラック9との噛合い率が確保される。また、第1の円弧面22と滑らかに連続するように第2の円弧面24を形成した。そして、互いに隣り合う一對の第2の円弧面24、24によりラック9の歯底を構成するようにした。従って、ピニオン8との噛合いによりラック9に発生する応力集中が緩和される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに噛合う第 1 及び第 2 歯車を備え、前記第 1 及び第 2 歯車のうちいずれか一方における少なくとも一部の歯底には肉ぬすみ部を設けるようにした歯車機構において、前記肉ぬすみ部は、前記第 1 又は第 2 歯車の歯先面からの有効歯たけ内に入り込まないように設けると共に、前記第 1 又は第 2 歯車の噛合い歯面に連続する円弧面を含む歯車機構

【請求項 2】

前記肉ぬすみ部を設けた第 1 又は第 2 歯車の噛合い歯面を、歯先とは反対の方向に延長することにより傾斜面を形成し、この傾斜面に前記円弧面を滑らかに連続させるようにした請求項 1 に記載の歯車機構。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 歯車のうち前記肉ぬすみ部を形成した一方の歯車はラックであり、他方の歯車は前記ラックに噛合うピニオンである請求項 1 又は請求項 2 に記載の歯車機構。

【請求項 4】

前記ラックは、その両端部に向かうほど、又は中央部に向かうほど基準圧力角が大きくなるヴァリアブルラックである請求項 3 に記載の歯車機構。

【請求項 5】

歯底の確保が困難となる閾基準圧力角を予め設定し、この閾基準圧力角以上の基準圧力角を有するラック歯の歯底にのみ前記肉ぬすみ部を設けるようにした請求項 4 に記載の歯車機構。

【請求項 6】

前記肉ぬすみ部は、前記円弧面と滑らかに連続する当該円弧面とは別の円弧面を含み、当該別の円弧面は歯底の少なくとも一部を構成する請求項 1 ～請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の歯車機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ラックアンドピニオン機構等の歯車機構に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

歯車機構には、例えばラックアンドピニオン機構がある。このラックアンドピニオン機構は、円形歯車のピッチ円の半径が無量大とされたラックとピニオン（小歯車）とを噛合わせ、例えばピニオンの回転運動をラックの往復運動に変換したり、逆にラックの往復運動をピニオンの回転運動に変換したりする機構である。このようなラックアンドピニオン機構においては、ラックの強度を確保するために例えばラックの歯底に所定の曲率半径を有する円弧面を形成するようにしたものも多い。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 7-277207 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、前記従来のラックアンドピニオン機構には次のような問題があった。即ち、ラック歯の基準圧力角（ラック歯の傾斜の角度）によっては、ラックの歯底が十分に確保できない場合があった。これは、例えば基準圧力角が 30 度以上の場合に顕著である。この場合、例えば図 5（a）に示すように、ラック 30 の歯底には可能な範囲で円弧面 31 を形成するようにしていた。しかし、これでは円弧面 31 の曲率半径を十分に確保することが困難であり、ひいてはピニオン 32 との噛合いによる応力集中を十分に緩和することが困難であった。

【0005】

このような問題を解決するために、従来、例えば図5（b）に示すようなラックアンドピニオン機構が提案されている。即ち、このラックアンドピニオン機構33を構成するラック34の歯底35には肉ぬすみ部36が形成されており、この肉ぬすみ部36とラック34の噛合い歯面37は、所定の曲率半径を有する円弧面38を介して滑らかに連続している（例えば、特許文献1参照。）。しかしながら、このラックアンドピニオン機構33においては、ラック34とピニオン39との噛合いへの影響を考慮することなく、肉ぬすみ部36が形成されていた。

【0006】

即ち、肉ぬすみ部36は、ピニオン39とラック34との噛合いに関与する噛合い歯面37の途中から当該噛合い歯面37を浸食するように形成されていた。換言すれば、肉ぬすみ部36はピニオン39とラック34とが実際に接触する範囲である有効歯たけH内に入り込むように形成されている。このため、肉ぬすみ部36が有効歯たけH内に入り込んだ分だけピニオン39の歯とラック34の歯との噛合い面積（噛合い長さ）が減少し、ひいてはピニオン39との噛合い率が減少するという問題があった。

10

【0007】

このような問題を解決するために、例えば図5（c）に示すような構成が考えられる。即ち、ラック40の歯底高さを歯先方向に変位させることにより歯底を確保する。この結果、ラック40の歯底に形成された円弧面41の曲率半径を十分に確保することが可能となる。ところが、この場合、ラック40の歯底高さを高くした分だけ、ラック歯に噛合するピニオン42の全歯たけ43を低くする必要があった。従って、ラック歯の強度は十分に確保できるものの、ピニオン42との噛合い率を確保することが困難であった。

20

【0008】

このように、歯底が十分に確保できない程度の基準圧力角（例えば、30度を以上の角度）を有するラックにおいては、ピニオンとの噛合い率及びラック歯の強度のうちいずれか一方が犠牲になり、双方をバランスよく確保することが困難であった。

【0009】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、歯車の強度及び噛合い率の双方をそれぞれ確保することができる歯車機構を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

30

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、互いに噛合う第1及び第2歯車を備え、前記第1及び第2歯車のうちいずれか一方における少なくとも一部の歯底には肉ぬすみ部を設けるようにした歯車機構において、前記肉ぬすみ部は、前記第1又は第2歯車の歯先面からの有効歯たけ内に入り込まないように設けると共に、前記第1又は第2歯車の噛合い歯面に連続する円弧面を含むことを要旨とする。

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の歯車機構において、前記肉ぬすみ部を設けた第1又は第2歯車の噛合い歯面を、歯先とは反対の方向に延長することにより傾斜面を形成し、この傾斜面に前記円弧面を滑らかに連続させるようにしたことを要旨とする。

【0012】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の歯車機構において、前記第1及び第2歯車のうち前記肉ぬすみ部を形成した一方の歯車はラックであり、他方の歯車は前記ラックに噛合うピニオンであることを要旨とする。

40

【0013】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の歯車機構において、前記ラックは、その両端部に向かうほど、又は中央部に向かうほど基準圧力角が大きくなるヴァリアブルラックであることを要旨とする。

【0014】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の歯車機構において、歯底の確保が困難となる閾基準圧力角を予め設定し、この閾基準圧力角以上の基準圧力角を有するラック歯の歯底

50

にのみ前記肉ぬすみ部を設けるようにしたことを要旨とする。

【0015】

請求項6に記載の発明は、請求項1～請求項5のうちいずれか1項に記載の歯車機構において、前記肉ぬすみ部は、前記円弧面と滑らかに連続する当該円弧面とは別の円弧面を含み、当該別の円弧面は歯底の少なくとも一部を構成することを要旨とする。

【0016】

(作用)

請求項1に記載の発明では、第1歯車及び第2歯車のうちいずれか一方における少なくとも一部の歯底には肉ぬすみ部が設けられる。この肉ぬすみ部は、前記第1又は第2歯車の歯先面からの有効歯たけ内に入り込まないように設けられる。このため、第1歯車と第2歯車との噛合い面積（噛合い長さ）が確保される。また、肉ぬすみ部は円弧面を介して前記第1又は第2歯車の噛合い歯面に連続する。このため、第1歯車と第2歯車との噛合いにより第1歯車又は第2歯車の歯底に発生する応力集中が緩和される。尚、前記肉ぬすみ部とは、第1歯車の歯先と第2歯車の歯底との間に自然にできる頂げきとは異なり、意図的に設けた空間をいう。

10

【0017】

請求項2に記載の発明は、請求項1記載の発明の作用に加えて、前記肉ぬすみ部が設けられた第1又は第2歯車の噛合い歯面を歯先とは反対の方向に延長することにより傾斜面が形成される。この傾斜面には前記円弧面が滑らかに連続する。このため、第1及び第2歯車の組付け誤差、並びに第1及び第2歯車の加工誤差等がそれぞれ吸収される。即ち、多少の組付け誤差や加工誤差があっても第1及び第2歯車の噛合い面積（噛合い長さ）が確保される。

20

【0018】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の発明の作用に加えて、ラックとピニオンとの噛合い面積（噛合い長さ）が確保される。また、ラックとピニオンとの噛合いにより当該ラックの歯底に発生する応力集中が緩和される。

【0019】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明の作用に加えて、ヴァリアブルラックとピニオンとの噛合い面積（噛合い長さ）が確保される。また、ヴァリアブルラックとピニオンとの噛合いにより当該ヴァリアブルラックの歯底に発生する応力集中が緩和される。

30

【0020】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の発明の作用に加えて、歯底の確保が困難となる閾基準圧力角が予め設定される。ここで、歯底の確保とは、歯底の高さを確保しつつ、ラックの強度を確保し得る所定の曲率半径を有する円弧面を形成可能な程度の歯底の確保のことをいう。そして、この閾基準圧力角以上の基準圧力角を有するラック歯の歯底にのみ前記肉ぬすみ部が設けられる。即ち、必要な部分にのみ前記肉ぬすみ部が設けられる。閾基準圧力角よりも大きい基準圧力角を有するラック歯の歯底に肉ぬすみ部を設けることにより、噛合い率を減少させることなく、歯底に発生する応力集中が緩和される。

【0021】

請求項6に記載の発明は、請求項1～請求項5のうちいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、前記円弧面と滑らかに連続する当該円弧面とは別の円弧面が設けられ、当該別の円弧面は歯底の少なくとも一部を構成する。このため、歯底に発生する応力集中が、いっそう緩和される。

40

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を、例えば電動パワーステアリング装置のラックアンドピニオン機構に具体化した一実施形態を図1～図4に従って説明する。

【0023】

図1に示すように、電動パワーステアリング装置1はステアリングホイール2を備えており、ステアリングホイール2にはステアリングシャフト3が連結されている。ステアリン

50

グシャフト 3 は減速歯車 4 が固着されており、この減速歯車 4 にはモータ 5 の回転軸（図示略）に取着されたギア 6 が噛合されている。また、減速歯車 4 にはピニオンシャフト 7 を介してピニオン 8 が固着されており、このピニオン 8 はラック 9 と噛合っている。ラック 9 の両端には、それぞれタイロッド 10 が固設されており、両タイロッド 10、10 の先端部にはそれぞれナックル 11 が回転可能に連結されており、両ナックル 11、11 にはそれぞれ前輪（タイヤ）12 が固着されている。また、両ナックル 11、11 間には、クロスメンバ 13 が回転可能に連結されている。ピニオン 8 及びラック 9 はラックアンドピニオン機構 14 を構成している。

【0024】

さて、運転者によりステアリングホイール 2 が回転操作されると、ステアリングシャフト 3 が回転する。この回転はピニオンシャフト 7 及びピニオン 8 を介してラック 9 へ伝達され、同ラック 9 の軸動に変換される。これにより、両前輪 12、12 はタイロッド 10 を介して転舵される。このとき、トルクセンサ（図示略）により検出された操舵トルク及び車速センサ（図示略）により検出された車速に基づいて、所定の操舵補助トルク（アシストトルク）を発生するように、モータ 5 は駆動する。このモータ 5 の回転数は減速歯車 4 によって減少されてピニオンシャフト 7 に伝達される。ピニオンシャフト 7 の回転はピニオン 8 を介してラック 9 に伝達され、当該ラック 9 の軸動に変換される。このようにして、ステアリングホイール 2 の回転操作による前輪 12 の操舵に対してアシストトルクが付与される。

【0025】

尚、本実施形態において、前記ピニオン 8 は本発明の第 1 歯車又は第 2 歯車に相当し、前記ラック 9 は第 2 歯車又は第 1 歯車に相当する。また、ラックアンドピニオン機構 14 は本発明の歯車機構に相当する。

【0026】

〔ラック〕

次に、ラックアンドピニオン機構 14 を構成するラック 9 について詳細に説明する。

【0027】

図 2 に示すように、前記ラック 9 はピニオン 8 との噛合位置に応じて、即ちステアリングホイール 2 の操作に応じてステアリングギヤ比（即ち、ステアリングホイール 2 の操舵角に対する前輪 12 の転舵角）が変化するヴァリアブルラックである。本実施形態では、小舵角時のステアリングギヤ比を小さく且つ大舵角時のステアリングギヤ比が大きくなるように、ラック 9 は形成されている。このため、小舵角時には緩やかに反応し、大舵角時には速やかに反応する。従って、例えば小舵角領域で運行される高速道路における高速走行時及び大舵角の操作が行われる車庫入れ等の低速走行時において、ステアリング操作の安定性が確保される。

【0028】

図 2 及び図 3 に示すように、ラック 9 は、その中心に向かうほど歯と歯のピッチ P が小さくなるように、逆に外側に向かうほど歯と歯のピッチ P が大きくなるように形成されている。即ち、ラック 9 は、その中心に向かうほど歯数が多くなっており、逆に外側に向かうほど歯数が少なくなっている。

【0029】

また、ラック 9 は、その中心に向かうほど基準圧力角 θ が小さくなるように、逆に外側に向かうほど基準圧力角 θ が大きくなるように形成されている。本実施形態においては、基準圧力角 θ が 20 度～40 度の範囲で変化するように、ラック 9 は形成されている。ちなみに、基準圧力角 θ とは、ピッチ線 $p-s$ に直交する仮想平面 s と、ラック 9 の歯面 15 との間の角度をいう。

【0030】

〔小圧力角領域及び大圧力角領域〕

図 2 に示すように、ラック 9 は予め設定された基準圧力角 θ （以下、「閾基準圧力角」という。）を境に小圧力角領域 A と大圧力角領域 B とに区分されている。前記閾基準圧力角

10

20

30

40

50

はラック 9 の歯底の確保が困難か否かの基準となる値である。基準圧力角 θ が前記閾基準圧力角未満であれば十分な歯底が確保可能となり、同じく前記閾基準圧力角以上であれば十分な歯底の確保は困難となる。

【0031】

前記閾基準圧力角は、機構モデル（ラックモデル）による実験や周知の理論計算等により予め求められており、本実施形態では、閾基準圧力角＝30度とされている。即ち、基準圧力角 θ が20度以上、且つ30度未満の部位は小圧力角領域 A とされており、同じく30度以上、且つ40度以下の部位は大圧力角領域 B とされている。

【0032】

小圧力角領域 A はラック 9 の中央部側に配置されており、大圧力角領域 B はラック 9 の両端部側にそれぞれ小圧力角領域 A に連続するように配置されている。また、小圧力角領域 A 及び大圧力角領域 B における歯底の高さはそれぞれ同じとされている。小圧力角領域 A においては、歯底の高さを確保した状態で（即ち、歯底の高さを変位させることなく）所定の曲率半径を有する円弧面を形成可能な程度の歯底が確保されている。尚、本実施形態において、20度以上且つ30度未満の基準圧力角 θ を θ_1 とし、30度以上且つ40度以下の基準圧力角 θ を θ_2 として互いに区別する。

10

【0033】

〔小圧力角領域における歯底形状〕

図 3 に示すように、小圧力角領域 A におけるラック 9 の歯底 16 には所定の曲率半径を有する放物面 17 が下側（ラック 9 の歯先とは反対側）に凸となるように形成されている。具体的には、隣り合う一対のラック歯間において、噛合い歯面 15 のラック底側（噛合い歯面 15 の歯先とは反対側、即ち図 3 における下側）には傾斜面 18a が延長して形成されており、この傾斜面 18a と滑らかに連続するように円弧面 18b が形成されている。傾斜面 18a はラック歯に噛合うピニオン 8 の歯先線 19 とラック 9 の噛合い歯面 15 との交点から延長開始されており、円弧面 18b はラック 9 の歯先面からの有効歯たけ H よりも深い位置（ラック底側）に形成されている。

20

【0034】

即ち、放物面 17 は一対の傾斜面 18a、18a 及び円弧面 18b から構成されており、当該放物面 17 はピニオン 8 とラック 9 との噛合いに関与しない部位に設けられている。このため、小圧力角領域 A において、ピニオン 8 とラック 9 との噛合い率が確保される。また、ラック 9 の歯底 16 に放物面 17 を形成したことにより、ピニオン 8 の歯との干渉が回避され、且つピニオン 8 との噛合いに伴ってラック歯に発生する応力集中が緩和される。

30

【0035】

〔大圧力角領域における歯底形状〕

図 4 に示すように、大圧力角領域 B におけるラック 9 の歯底 23 において、ピニオン 8 とラック 9 との噛合いに関与しない部位には肉ぬすみ部 20 が形成されている。具体的には、隣り合う一対のラック歯間において、ラック底側（噛合い歯面 15 の歯先とは反対側、即ち図 4 における下側）には傾斜面 21 が延長して形成されており、この傾斜面 21 に滑らかに連続するように所定の曲率半径を有する第 1 の円弧面 22 が形成されている。この第 1 の円弧面 22 はラック歯に噛合うピニオン 8 の歯先線 19 よりもラック底側に位置している。即ち、第 1 の円弧面 22 はラック歯の歯先面からの有効歯たけ H よりも深い位置に形成されている。換言すれば、第 1 の円弧面 22 はピニオン 8 とラック 9 との噛合いに関与しない部位に形成されている。

40

【0036】

また、前記第 1 の円弧面 22 と滑らかに連続するように所定の曲率半径を有する第 2 の円弧面 24 が形成されている。第 1 の円弧面 22 と第 2 の円弧面 24 とからクランク状の曲面を構成されている。互いに隣り合う一対の第 2 の円弧面 24 は滑らかに連続しており 1 つの曲面（円弧面状の歯底 23）を構成している。

【0037】

50

傾斜面 2 1、一對の第 1 の円弧面 2 2、2 2 及び一對の第 2 の円弧面 2 4、2 4 から構成される肉ぬすみ部 2 0 がピニオン 8 とラック 9 との噛合いに関与しない部位、即ちピニオン 8 とラック 9 とが実際に接触する範囲である有効歯たけ H から外れた部位に形成されている。このため、大圧力角領域 B におけるピニオン 8 とラック 9 との噛合い率が確保される。ピニオン 8 の歯との干渉も回避される。また、傾斜面 2 1 に第 1 の円弧面 2 2 を滑らかに連続させると共に、第 1 の円弧面 2 2 を第 2 の円弧面 2 4 にさらに連続させるようにしたことにより、ピニオン 8 との噛合いに伴ってラック歯に発生する応力集中が緩和される。

【0038】

ちなみに、小圧力角領域 A におけるラック歯の歯底 1 6 には、肉ぬすみ部 2 0 を設ける必要はない。これは、基準圧力角 θ_1 を有するラック歯は基準圧力角 θ_2 を有するラック歯に比べて歯底が確保でき、ひいては歯底 1 6 に放物面 1 7 を形成する際、当該放物面 1 7 (厳密には、円弧面 1 8 b) の曲率半径を大きく確保できるからである。一般に、歯底の高さを同じとした場合、基準圧力角 θ を大きくするほど歯底の確保が困難となる。このため、大圧力角領域 B のラック歯の歯底 2 3 に小圧力角領域 A のラック歯と同様の放物面 1 7 (厳密には、円弧面 1 8 b) を形成しようとしても、この放物面 (円弧面) の曲率半径は小圧力角領域 A のラック歯の放物面 1 7 (円弧面 1 8 b) に比べて小さなものとなる。従って、ピニオン 8 との噛合いに伴って発生する応力集中を十分に緩和できないおそれがある。本実施形態では、このような歯底が十分に確保できない大圧力角領域 B におけるラック歯の歯底には肉ぬすみ部 2 0 を設けることにより、歯底の高さを変位させることなく、且つピニオン 8 との噛合い率を低下させることなくラック歯の強度を確保している。

【0039】

従って、本実施形態におけるラックアンドピニオン機構 1 4 によれば、小圧力角領域 A 及び大圧力角領域 B における全てのラック歯において、ピニオン 8 との噛合い率及び強度の双方がバランスよく確保される。一般的に、噛合い率が大きいほど一度に噛合う歯数が多くなり動力伝達に伴う振動や騒音が抑制される。このため、ラックアンドピニオン機構 1 4 においては静かで且つ円滑な動力伝達が可能となり、ひいては電動パワーステアリング装置の信頼性及び操舵感覚もそれぞれ向上する。

【0040】

尚、本実施形態において、前記第 1 の円弧面 2 2 は本発明の円弧面に相当し、前記第 2 の円弧面 2 4 は別の円弧面に相当する。

〔実施形態の効果〕

従って、本実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

【0041】

(1) 大圧力角領域 B におけるラック 9 の歯底 2 3 には、ピニオン 8 との噛合いに関与しないように、即ちピニオン 8 とラック 9 とが実際に接触して噛合いに参加する範囲である有効歯たけ H から外れるように (即ち、入り込まないように)、肉ぬすみ部 2 0 を形成するようにした。このため、ピニオン 8 とラック 9 との噛合い率が確保される。また、ラック 9 の噛合い歯面 1 5 に連続するように第 1 の円弧面 2 2 を形成したことによりラック 9 の歯底 2 3 (肉ぬすみ部 2 0 の内底面) を十分に確保することができ、第 2 の円弧面 2 4 の曲率半径を十分に確保することができる。このため、ピニオン 8 との噛合いによりラック 9 (厳密には、ラック 9 の歯底) に発生する応力集中が緩和される。従って、ラック 9 の強度及びピニオン 8 との噛合い率の双方を確保することができる。

【0042】

(2) 電動パワーステアリング装置 1 にはラックアンドピニオン機構 1 4 を備えるようにした。このラックアンドピニオン機構 1 4 によれば、小圧力角領域 A 及び大圧力角領域 B における全てのラック歯において、ピニオン 8 との噛合い率及び強度の双方がバランスよく確保される。このため、ラックアンドピニオン機構 1 4 においては静かで且つ円滑な動力伝達が可能となる。このようなラックアンドピニオン機構 1 4 を備えることにより、電動パワーステアリング装置 1 の信頼性及び操舵感覚をそれぞれ向上させることができる。

【0043】

(3) 大圧力角領域 B において、噛合い歯面 15 を歯先とは反対の方向に延長することにより傾斜面 21 を形成し、この傾斜面 21 に第 1 の円弧面 22 を滑らかに連続させるようにした。傾斜面 21 は噛合い歯面 15 を、そのまま同じ傾斜角で延長したものである。このため、ピニオン 8 とラック 9 との組付け誤差、並びにピニオン 8 及びラック 9 の加工誤差等がそれぞれ吸収される。即ち、多少の組付け誤差や加工誤差があってもピニオン 8 とラック 9 との噛合い面積（噛合い長さ）は確保される。従って、ピニオン 8 とラック 9 との噛合い率を、より確実に確保することができる。

【0044】

〔別例〕

なお、本実施形態は以下のような別例に変更して実施してもよい。

・本実施形態では、本発明をラックアンドピニオン機構 14 に具体化した但、例えば互いに噛合う一対の平歯車（図示略）を備えた平歯車機構に具体化するようにしてもよい。このようにしても、本実施形態の（1）～（3）に記載の効果と同様の効果を得ることができる。

【0045】

・本実施形態では、ラック 9 をピッチ P 及び基準圧力角 θ がそれぞれ変位するヴァリアブルラックとしたが、ピッチ P 及び基準圧力角 θ がそれぞれ一定とされたコンスタントラックとしてもよい。基準圧力角 θ 2 で一定の場合には特に効果的である。このようにしても、本実施形態の（1）～（3）に記載の効果と同様の効果を得ることができる。

【0046】

・本実施形態では、噛合い歯面 15 をそのまま同じ傾斜角で延長することにより傾斜面 21 を形成し、この傾斜面 21 に第 1 の円弧面 22 を滑らかに連続させるようにしたが、次のようにしてもよい。即ち、傾斜面 21 を省略して、第 1 の円弧面 22 をラック 9 の噛合い歯面 15 に直接連続させるようにしてもよい。このようにしても、本実施形態の（1）～（3）に記載の効果と同様の効果を得ることができる。

【0047】

・本実施形態では、第 1 の円弧面 22 には第 2 の円弧面 24 を連続させるようにしたが、第 1 の円弧面 22 と第 2 の円弧面 24 との間にはフラット面（平面部）を設けるようにしてもよい。

【0048】

・本実施形態では、大圧力角領域 B において、互いに隣り合う一対の第 2 の円弧面 24 を滑らかに連続することにより 1 つの曲面、即ち円弧面状の歯底 23 を構成するようにしたが、前記両第 2 の円弧面 24、24 間にフラット面（平面部）を設けるようにしてもよい。

【0049】

〔発明の効果〕

以上詳述したように、本発明によれば、歯車の強度及び噛合い率の双方を確保することができる。

〔図面の簡単な説明〕

【図 1】本実施形態における電動パワーステアリング装置の概略構成図。

【図 2】本実施形態におけるラックアンドピニオン機構の断面図。

【図 3】本実施形態におけるラックアンドピニオン機構の要部拡大断面図。

【図 4】（a）は本実施形態におけるラックアンドピニオン機構の要部拡大断面図、（b）は本実施形態におけるラックの拡大断面図。

【図 5】（a）～（c）は従来のラックアンドピニオン機構の要部拡大断面図。

〔符号の説明〕

θ 、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ …基準圧力角、8…ピニオン（第 1 歯車又は第 2 歯車）、
9…ラック（第 2 歯車又は第 1 歯車）、14…ラックアンドピニオン機構、
20…肉ぬすみ部、21…傾斜面、22…第 1 の円弧面（円弧面）、

10

20

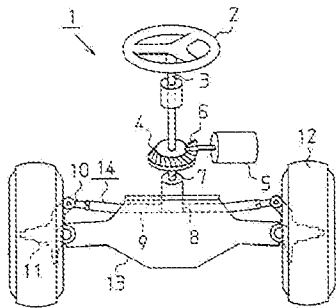
30

40

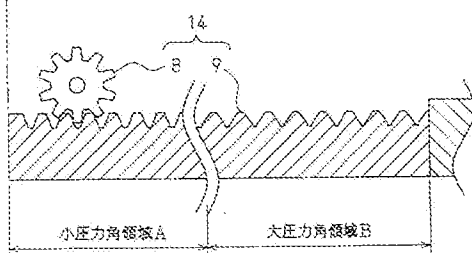
50

23…歯底、24…第2の円弧面（別の円弧面）。

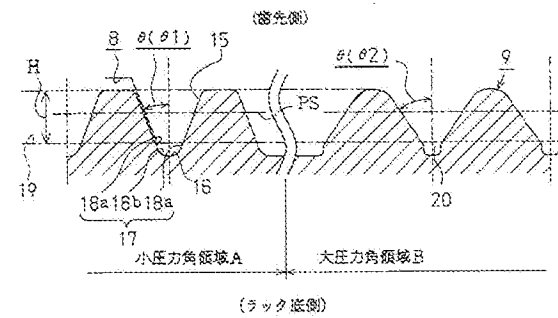
【図1】



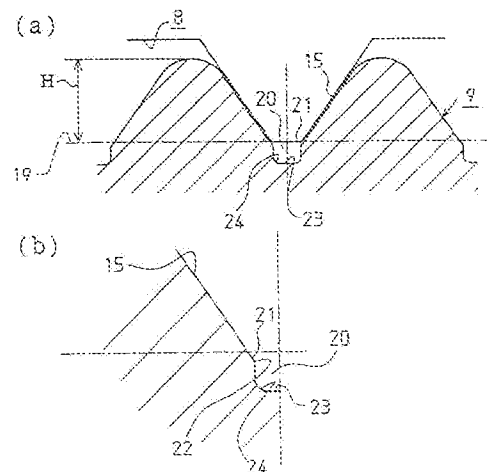
【図2】



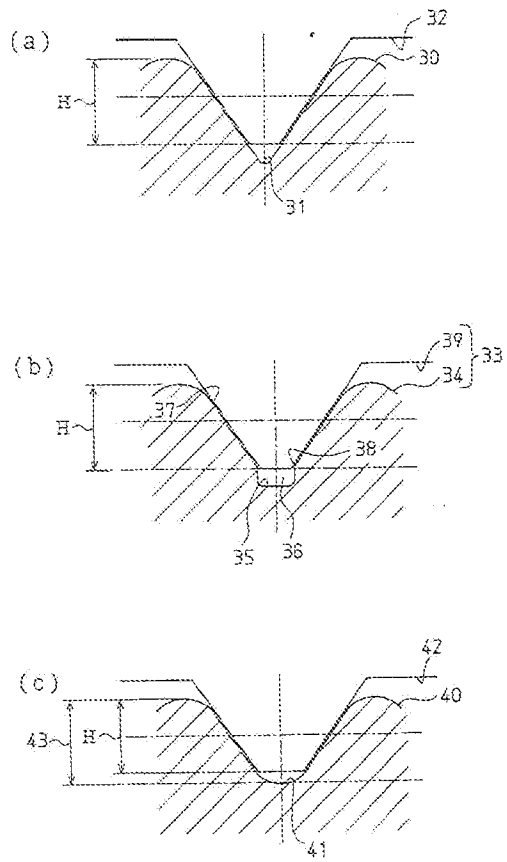
【図3】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 新福 直人
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内
- (72)発明者 村上 隆
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
- (72)発明者 斎藤 貴俊
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
- (72)発明者 白澤 博郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
- (72)発明者 山脇 崇
愛知県刈谷市西境町冶右田8-4番地10 高周波熱錬株式会社内
- Fターム(参考) 3J030 BA01 BA08 BB14
3J062 AA01 AA07 AB05 ACC7 BA31 CA36